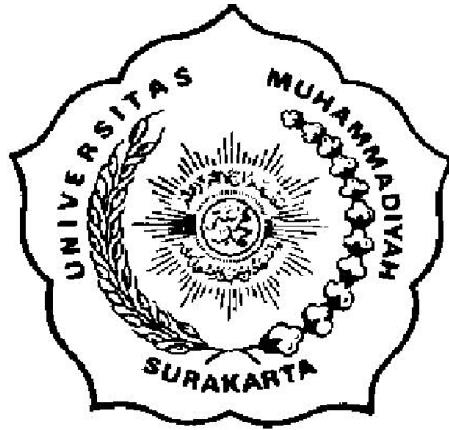


**USULAN PERANCANGAN PEMELIHARAAN MESIN NIIGATA HN50C  
*LINE CRANK CASE*DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED  
MAINTENANCE (RCM)***

(Studi Kasus: PT. KUBOTA INDONESIA)



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata 1  
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik**

**Oleh :**

**Eko Supriyanto**

**D600 140 070**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**USULAN PEENCANAAN PERAWATAN MESIN NHGATA HN50C *LINE*  
*CRANK CASE* DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED  
MAINTENANCE (RCM)  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh:

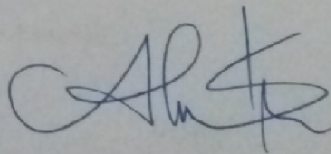
**Eko Supriyanto**

**D600140070**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



**Ir. Ahmad Kholid Alghofari S.T .M.T**

**NIK.**

HALAMAN PENGESAHAN

USULAN PEENCANAAN PERAWATAN MESIN NIGATA HN50C LINE  
CRANK CASE DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED  
MAINTENANCE (RCM)  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Oleh:

Eko Supriyanto

D600140070

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Fakultas Teknik

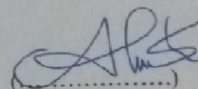
Universitas Muhammadiyah Surakarta

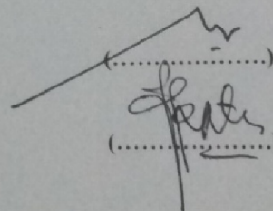
Pada hari Sabtu, 23 Mei 2018

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

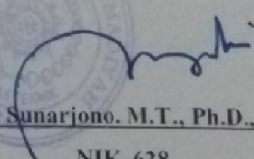
Dewan Penguji:

1. Ir. Ahmad Kholid Alghofari S.T .M.T  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Dr. Suranto  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Dr. Indah Pratiwi  
(Anggota II Dewan Penguji)

  
(.....)

  
(.....)

Dekan,

  
Ir. Sri Sunarjono. M.T., Ph.D., IPM

NIK. 628

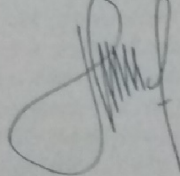
## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya untuk pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 20 Juni 2018

Penulis,



Eko Supriyanto

D600140070

**USULAN PEENCANAAN PERAWATAN MESIN NIIGATA HN50C LINE  
CRANK CASE DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED  
MAINTENANCE (RCM)  
(Studi Kasus: PT. Kubota Indonesia)**

**Abstrak**

PT Kubota Indonesia merupakan perusahaan mesin *diesel* berkapasitas 6,5-11 HP dengan mesin Niigata HN50C yaitu mesin vital yang spesifikasinya dapat menyukupi kebutuhan permesinan produk *crank case*. Mesin berusia tertua dalam lini produksi menimbulkan sering mengalami kegagalan mengakibatkan berhentinya proses produksi. Penelitian ini dilakukan pada mesin Niigata HN50C dengan tujuan mengetahui mode kegagalan mesin, mengetahui prioritas resiko kegagalan komponen pada mesin, merekomendasikan tindakan pemeliharaan pada mesin dan mengetahui interval waktu pergantian pada komponen kritis mesin. Penelitian ini menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan metode terstruktur pemilihan alternatif pemeliharaan yang didasarkan pada kriteria operasional, ekonomi dan keamanan. Pengolahan yang dilakukan dimulai pemilihan sistem, diskripsi sistem, penentuan Batasan sistem, analisis FMEA, LTA dan Seleksi tindakan, sehingga didapatkan mode kegagalan, prioritas kegagalan, kategori kegagalan, pemilihan tindakan kegagalan serta interval pergantian komponen. Hasil penelitian mesin Niigata HN50C ke-3 komponen kritis pada *solenoid*, *proximity switch* dan *sensor spindle* dengan interval waktu pergantian berturut-turut yaitu 4653,649 jam, 704,5 jam, dan 1787,8 jam. Mesin Niigata HN50C ke-2, Ke-4, dan Ke-5 komponen pada selang hidroulik dengan interval waktu berturut-turut 1179 jam, 1264,6 jam, dan 2032 jam.

Kata Kunci: FMEA, Kegagalan, LTA, Pemeliharaan, RCM,

*Abstract*

*PT Kubota Indonesia is a diesel engine company with 6.5-11 HP capacity with Niigata HN50C machine which is a vital machine that can satisfy the requirement of crank case machine product. The oldest machines in the production line cause frequent failures resulting in cessation of the production process. This study was conducted on the Niigata HN50C machine with the purpose of knowing the failure mode of the machine, knowing the priority of component failure risk on the machine, recommending the maintenance action on the machine and knowing the replacement time interval on the critical component of the machine. This research using Reliability Centered Maintenance (RCM) method is a structured method of maintenance alternative selection based on operational, economic and security criteria. Processing begins system selection, system description, system boundary determination, FMEA analysis, LTA and Selection of action, to obtain failure mode, failure priority, failure category, failure action selection and component replacement interval. The Niigata HN50C engine results in the 3 critical components of solenoid, proximity switch and spindle sensor with successive time intervals of 4653,649 hours, 704.5 hours and 1787.8 hours. The 2nd, 4th, and 5th Niigata HN50C component at a hydroulic interval with time intervals of 1179 hours, 1264,6 hours and 2032 hours, respectively.*

*Keywords: FMEA, Failure, LTA, Maintenance, RCM*

## **1. PENDAHULUAN**

Persaingan bisnis menjadi simbol perkembangan pasar global. Ketatnya persaingan perindustrian dipaksa untuk meningkatkan efisiensi kegiatan operasinya. Faktor pendukung kegiatan operasi terdapat pada kesiapan mesin-mesin mengerjakan tugasnya. Pencapaian hal tersebut perlu dirancang suatu sistem perawatan yang baik.

*Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan landasan dasar perawatan fisik dan teknik yang dipakai untuk mengembangkan perawatan pencegahan (*Preventive Maintenance*) yang terjadwal dengan prinsip terjaminya terlaksananya desain keandalan dari peralatan didasarkan pada keandalan peralatan dan struktur kinerja yang akan dicapai merupakan fungsi dari perancangan dan kualitas pembentukan pemeliharaan pencegahan yang efektif (Moubray, 1997)

PT Kubota merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur mesin diesel yang didalamnya terdapat proses permesinan konvensional. Mesin produksi sangat penting dibutuhkan bagi perusahaan karena setiap proses permesinan menggunakan mesin untuk menunjang jalannya proses produksi. Salah satu lini produksi PT Kubota adalah *Line crank case* yang didalamnya terdapat lima mesin vital yaitu mesin Niigata HN50C. Berdasarkan data perawatan mesin Niigata HN50C mengalami kegagalan sebanyak 65 kegagalan dalam setahun. Kegagalan mengakibatkan berhentinya jalannya proses produksi. Penyebab kegagalan diantaranya usia mesin yang paling tua pada perusahaan, mesin yang digunakan selama 24 jam, kurangnya perlakuan khusus pada mesin tersebut. Oleh karena itu pemeliharaan terencana dan terstruktur merupakan hal yang sangat penting untuk diterapkan pada perusahaan agar proses produksi berjalan lancar, karena kegagalan merupakan hal yang bersifat probabilistik.

Penelitian ini dilakukan pada mesin Niigata HN50C dengan tujuan mengetahui mode kegagalan mesin, mengetahui prioritas kegagalan komponen pada mesin, merekomendasikan tindakan pemeliharaan pada mesin dan mengetahui interval waktu pergantian pada komponen kritis mesin.

## **2. METODE**

### **2.1 Pemeliharaan**

Pemeliharaan merupakan usaha yang dilakukan untuk menjaga, mempertahankan, dan mengembalikan peralatan pada kondisi semula agar dapat memberikan nilai fungsi optimal selama kerjanya (Dhillon, 2006a) dan (Winandi, 2012).

### **2.2 Tujuan pemeliharaan**

Menurut (Ngadiyono, 2012) Tujuan Pemeliharaanyaitu, Memaksimalkan produksi dengan biaya terendah, kualitas tinggi, dan standar keselamatan yang optimum, Mengumpulkan informasi tentang biaya perawatan yang dibutuhkan, Memberikan data perekaman perawatan secara akurat, Mengoptimalkan sumber daya perawatan, Meminimalkan penggunaan energi dan ketersediaan *part* gudang.

### **2.3 Reliability Centered Maintenance (RCM)**

RCM yaitu suatu metode untuk mengembangkan, memilih, dan membuat alternatif strategi Pemeliharaan berdasarkan kriteria operasional, ekonomi, dan keamanan. Langkah-langkah RCM sebagai berikut (Smith & Hinchcliffe, 2004):

#### **2.3.1. *System Selection dan InformationCollection***

beberapa alasan untuk pemilihan sistem menurut(Smith & Hinchcliffe, 2004), yaitu, Sistem banyak kegiatan *corrective maintenance* lebih dua tahun, Sistem dengan biaya *preventive maintenancetinggi* lebih dari dua tahun, Sistem banyak *preventive maintenance task*, Sistem mempunyai kontribusi besar terjadinya *outages* dan *shutdowns*, Sistem yang sangat memperhatikan faktor keamanan dan lingkungan

#### **2.3.2. *System Boundary Definition***

Gambaran awal mengenai batasan-batasan suatu sistem yang harus dikenali untuk analisis RCM. Definisi batasan sistem dibagi menjadi dua yaitu: *boundary overview* dan *boundary details*.

#### **2.3.3. *System Description Dan Functional Block Diagram***

Menjelaskan tentang tenaga kerja pada sistem,Mengidentifikasi *input* dan *output* sistem dan Membuat daftar komponen dalam sistemSystem *Work Breakdown Structure* (SWBS).

#### 2.3.4. *System Functional Dan Functional Failure*

Kegagalan fungsional dengan Membuat matrik hubungan kegagalan pada sistem menurut informasi jenis kegagalan yang diamati.

#### 2.3.5. *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*

Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi *potensial failure mode*, *failure cause* dan *failure effect* yang ditimbulkan. *Failure mode* adalah kejadian yang menyebabkan *functional failure*. Variabel FMEA yaitu, *Saverity*(keparahan), *Occurrence* (kejadian), *Detection* (pendeteksian), (Moubray, 1997)

Dalam metode FMEA menggunakan *Risk Priority Number*

$$(RPN)RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad (1)$$

#### 2.3.6. *Logic Tree Analysis*

Merupakan suatu analisis konsekuensi dari setiap kegagalan yang terjadi Berdasarkan dampak yang dapat ditimbulkan, terdapat 4 klasifikasi mode kegagalan menurut(Smith & Hinchcliffe, 2004) yaitu, *Safety Problem* (A), Mode kegagalan yang berkaitan keamanan, membahayakan atau dapat mengancam jiwa seseorang, *Outage Problem* (B), Mode kegagalan yang dapat mengakibatkan sistem dan proses produksi terhenti, *Minor to Insignificant Economic Problem* (C), Mode kegagalan berdampak kecil pada masalah ekonomi dan dapat diabaikan, *Hidden Failure* (D), Mode kegagalan yang tersembunyi.

#### 2.3.7. *Task selection*

Analisis yang dilakukan dipakai untuk diterapkan dengan memilih *task* efektif pada mode kegagalan berupa tindakan pemeliharaan yaitu, *Time Directed* (TD), Tindakan bertujuan pencegahan langsung sumber kerusakan yang didasarkan umur komponen, *Condition Directerd* (CD), Tindakan bertujuan mendeteksi kerusakan dengan pemeriksaan, Jika ditemukan gejala kerusakan dilanjutkan perbaikan atau penggantian komponen, *Failure Finding* (FF), Tindakan bertujuan untuk menemukan kerusakan tersembunyi dengan pemeriksaan berkala, *Run To Failure* (RTF), Tindakan menggunakan peralatan sampai rusak.

### 2.4 Konsep keandalan dan *Mean time to failure* MTTF

Laju kerusakan ( $\lambda$ ) dirumuskan sebagai berikut (Dhillon, 2006),

$$\lambda = \frac{1}{MTTF} \quad (1)$$

MTTFmerupakan waktu kegagalan yang diharapkan (Dhillon, 2006).



$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t)dt \quad (2)$$

$$MTTF = \lim_{s \rightarrow 0} R(s) \quad (3)$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad (4)$$

Keterangan Rumus:

$\lambda$  = Laju Kerusakan

*MTTF* = Mean Time To Failure

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. System Selection dan Informasi Collection

Berdasarkan analisis RCM yang dilakukan pemilihan sistem terletak pada tingkatan mesin yaitu mesin Niigata HN50C yang terletak pada *line crank case*.

#### 3.2. System Boundry Definition

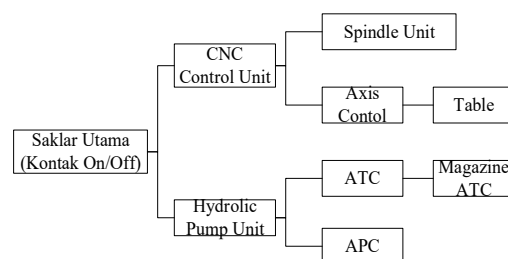
Tahapan Batasan sistem dan lokasi keterkaitan faktor input dan faktor output terdapat 8 sub sistem yaitu, ATC, APC, Magazine, Hidroulik Pump Unit, Spindle Unit, Table, CNC Control Unit, Axis Control.

Tabel 1. Batasan Sistem dan Lokasi Keterkaitan

Tipe	Batasan Sistem	Lokasi Keterkaitan
In	Sistem Hidroulik	solenoid membuka katup untuk mengalirkan hidroulis dari kompresor untuk mengerjakan pallet clamp
Out	Sistem APC	kompresor mengeluarkan tekanan untuk melakukan proses APC
In	Sistem APC	proximity menerima sensor dari kontaktor untuk proses APC
In	Sistem ATC	proximity menerima sensor dari kontaktor untuk proses ATC
In	Sistem ATC	dispring menerima sensor sinyal LS/PS untuk melakukan proses ATC
Out	Sistem ATC	solenoid membukakatup untuk suply sistem hidoulik dari pump unit menuju table untuk proses APC
Tipe	Batasan Sistem	Lokasi Keterkaitan
In	Kontrol Unit	menghubungkan arus untuk melakukan start mesin
In	Spindle	socket sensor menerima sensor untuk menggerapak spindle servo
In	Pallet	solenoid membuka katup untuk mengalirkan hidroulis dari kompresor untuk mengerjakan pallet clamp
Out	Sistem APC	motor spindle menggerapan axis table untuk proses APC
In	Spindle	sensor spindle menerima sensor untuk menggerakan sensor spindle

#### 3.3. System Description dan Functional Block Diagram

Berdasarkan analisis terdapat 8 sub sistem yang saling berkaitan dan berinteraksi,



Gambar 1. Functional Block Diagram

### 3.4. System Functions dan Functional Failures

Sistem mempunyai kegagalan fungsional yang menghambat kinerja mesin. mesin Niigata HN50C Ke-3 terdapat 13 kegagalan yang terletak pada 4 sub sistem.

Tabel 2. Kegagalan Fungsional

Sub Sistem	No Fungsi	No Kegagalan	Diskripsi Kegagalan
ATC	1		melakukan pergantian tools secara otomatis
		1.1	ATC LS/PS Off
		1.5	ATC interlock
		1.6	ATC abnormal
APC	2		melakukan pergantian pallet secara otomatis
		2.1	Pallet clam LS off
		2.2	supply udara dari kompresor drop
		2.3	APC abnormal
		2.4	trouble APC, spindle mengunci
		2.5	Tidak dapat proses APC
Spindle unit	3		mengatur putaran dan penggerakan spindle pada sumbu
		3.1	Spindle interlock
		3.2	Spindle servo alarm 27
CNC Control Unit	4		Sumber perintah yang dimasukkan pada mesin CNC
		4.1	tombol cycle start rusak

Berdasarkan pengolahan data *functional failure* yang dilakukan dapat ditampilkan dengan bentuk matrik hubungan kegagalan fungsional dan komponen terkait.

Tabel 3. Matrik Kegagalan Fungsi

	Functional Failure	Atc Ls/PS Off	Atc Interlock	Atc Abnormal	Pallet Clam Ls Off	Supply Udara Dari Kompresor Drop	Apc Abnormal	Trouble Apc, Spindle Mengunci	Tidak Dapat Proses Apc	Saat Apc Tiba-Tiba Berhenti	Spindle Interlock	Spindle Servo Alarm 27	Tombol Cycle Start Rusak
<b>Equipment Name</b>													
Solenoid		X			X								
Proximity Switch				X						X			
Sensor Spindle			X					X			X		
Kompresor						X							
Table APC							X						
Puscoder												X	
Socket Sensor												X	
Dispring		X											
Tombol Cycle													X

### 3.5. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

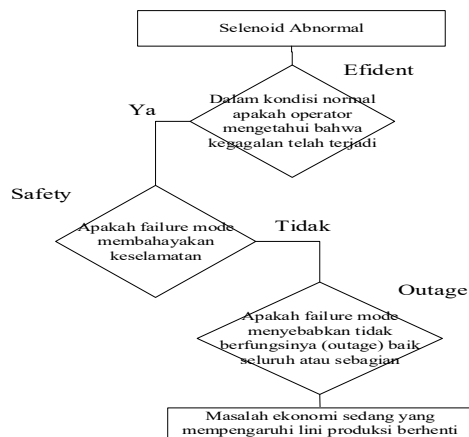
Hasil FMEA menunjukkan bahwa terdapat 8 mode kegagalan dengan 13 kegagalan pada mesin Niigata HN50C ke-3. Hasil pada tahapan ini didapatkan nilai RPN tertinggi pada komponen proximity switch dan solenoid yaitu secara berurutan sebesar 160 dan 32.

Tabel4. *Failure Mode And Effect Analysis*

Failure Mode And Affect Analysis (P3)											
Date			:								
System			: Crank Case								
Plant			: Machining Shop								
Machine Name			:Niigata HN50C								
No	Functional Failure	Failure mode	Failure Cause	Failure Effect			frequency of occurance	degree of saverity	Change Of Detection	RPN	Rank
				Local	system	plant					
1	Pallet clam LS off	solenoid abnormal	oli hidroulik habis, Coil konslet	mesin berhenti proses selama pengecekan tekanan pompa hidroulik	Line OFF	none	1	8	4	32	2
2	saat APC tiba-tiba berhenti	pallet kotor karena sludge	gram yang tidak pernah di bersihkan	mesin berhenti selama pembersihan sludge	Line OFF	none	1	5	5	25	4
3		proxy alarm abnormal	pergerakan kabel proximity, adanya uap chemical	mesin berhenti selama pergantian proximity Switch	Line OFF	none	1	6	4	24	6
4	ATC abnormal	proximity rusak	pergerakan kabel proximity, adanya uap chemical	mesin berhenti selama pergantian proximity Switch	Line OFF	none	1	6	4	24	5
5	ATC LS/PS Off	proximity rusak	usia pakai dispring yang sudah lama	mesin berhenti selama pergantian dispring	Line OFF	none	5	8	4	160	1
6	APC abnormal	supply udara dari kompresor drop	adanya kecocoran saluran	mesin berhenti proses selama pengecekan suply udara	Line OFF	none	1	6	2	12	7
7		solenoid abnormal	oli hidroulik habis, Coil konslet	mesin berhenti proses selama pengecekan tekanan pompa hidroulik	Line OFF	none	1	8	4	32	3
8		table APC kotor	gram yang tidak pernah di bersihkan	mesin berhenti selama pembersihan sludge	Line OFF	none	1	6	1	6	8

### 3.6.Logic Tree Analysis (LTA)

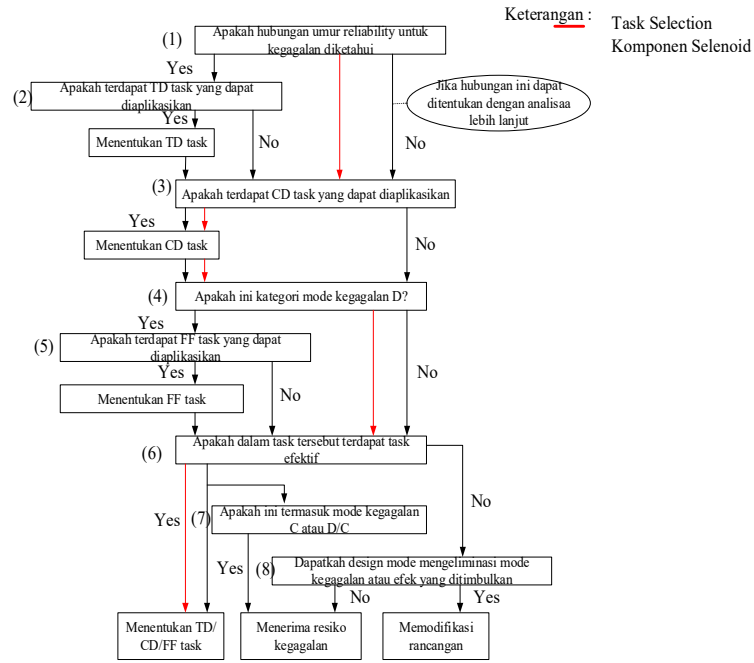
Hasil analisis pengolahan LTA dapat di kategorikan mode kegagalan jenis B sejumlah 8 kegagalan dan C sejumlah 5 kegagalan pada mesin Niigata HN50C 3



Gambar 2. *Logic Tree Analysis* Komponen Selenoid

## 1.7 Task Selection

Hasil analisis berdasarkan pengkategorian pada tahap LTA task selection didapatkan bahwa kegagalan 7 mode kegagalan di perlakukan dengan tindakan *Conditin task* dan 6 mode kegagalan diperlakukan dengan *time directed task*.



Gambar 3. Task Selection Komponen Selenoid

Tabel 5. Rekapitulasi Pengolahan Data Task Selection

Task Selection	Mode Kegagalan	Alasan
CD	solenoid abnormal	Komponen mempunyai laju kerusakan yang tinggi berdasarkan data penelitian. Keputusan Condition Direct dilakukan karena dapat mengukur parameter komponen secara langsung terkait dengan getaran, gesekan, keausan dan komponen pembentuknya, serta Condition direct melakukan inspeksi pada peralatan secara langsung terlebih dahulu sebelum penggantian atau perbaikan dilakukan.
	proxy alarm abnormal	
	proximity rusak	
	proximity rusak	
	tombol cycle start rusak	
	solenoid abnormal	
TD	solenoid abnormal	Komponen mempunyai laju kerusakan jarang terkontrol oleh bagian pemeliharaan, karena jarang mengalami kerusakan, padahal jika komponen tersebut dapat mengalami kerusakan tersembunyi dari sistem sehingga perlu adanya pengecekan, pembersihan atau pemeliharaan pada komponen tersebut.
	pallet kotor karena sludge	
	table APC kotor	
	socket sensor Rpm	
	Spindle interlock	
	sensor spindle kotor	
	supply udara dari kompresor drop	

### 3.7.Perhitungan MTTF

Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan pada kelima mesin Niigata HN50C didapatkan 6 komponen kritis terletak pada mesin ke-2, ke-3, ke-4, dan ke-5.

Tabel 6. Hasil Perhitungan MTTF

No	Komponen	Mesin	Total waktu produksi (jam)	Pola Distribusi	Parameter	Nilai MTTF (Jam)
1	Solenoid	Niigata HN50C ke 3	17064	Log Normal	$\sigma=1,3187$ $\mu=7,5759$	4653,549
2	Proximity Switch	Niigata HN50C ke 3	8938,8	Weibull	$\alpha=0,45376$ $\beta=340,006$	704,5
3	Sensor spindle	Niigata HN50C ke 3	3521,5	Weibull	$\alpha=0,38242$ $\beta=623,15$	1787,8
4	Selang Hidroulik	Niigata HN50C ke 2	9432	Normal	$\sigma=1585,8$ $\mu=1179$	1179
5	Selang Hidroulik	Niigata HN50C ke 4	12192	Normal	$\sigma=1671$ $\mu=1264,6$	1264,6
6	Selang Hidroulik	Niigata HN50C ke 5	8852	Normal	$\sigma=1326,9$ $\mu=2032$	2032

## 4. PENUTUP

### 4.1.Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Identifikasi mode kegagalan terdapat 13 mode kegagalan yaitu, *Solenoid Abnormal*, *Pallet* kotor karena *Sludge*, *Proximity* rusak, *supply* udara kompresor drop, *table APC abnormal*, tombol *CycleAbnormal*, *socket* sensor Rpm, *Spindle interlock*.
2. Berdasarkan kuisioner FMEA didapatkan hasil prioritas resiko kegagalan yaitu pada bagian komponen *solenoid*, *proximityswitch* dan sensor *spindle*.
3. Hasil LTA dan *Taskselection* didapatkan komponen *solenoid*, *proximity switch* termasuk mode kegagalan berkategori “B” diperlakukan *Condition Directed*(CD) karena perlu inspeksi dahulu sebelum pergantian komponen. Komponen sensor *spindle* termasuk mode kegagalan kategori “C” diperlakukan *Time Directed* (TD) karena perlu pemeriksaan berkala untuk menghindari kegagalan.
4. Berdasarkan perhitungan MTTF maka untuk komponen *solenoid* mempunyai interval waktu perawatan adalah sebesar 4653,549 jam. Komponen *Proximity Switch* dengan interval waktu perawatan sebesar 1787,8 jam, dan komponen *sensor spindle* dengan interval waktu perawatan sebesar 704,5 jam.
5. Hasil pengolahan data pada RCM dapat menunjukkan komponen kritis, dapat menjadi pertimbangan tindakan pemeliharaan terhadap komponen kritis dan lainnya untuk mengurangi tingkat kerusakan. Perhitungan nilai MTTF digunakan mengetahui interval pergantian dan perawatan pada komponen.

#### 4.2.Saran

Beberapa saran menjadi masukan yang dapat diberikan penulis yaitu:

1. Hendaknya RCM menjadi alternatif konsep perawatan mesin Niigata HN50C dalam upaya membangun sistem perawatan yang lebih baik dari sebelumnya.
2. Implementasi RCM harus melibatkan keseluruhan pihak yaitu operator, teknisi, manajer produksi, kepala bagian dan kepala seksi pemeliharaan.
3. tindakan *maintenance* RCM dapat optimal jika melibatkan operator dalam pemeliharaan di samping kegiatan yang dilakukan oleh bagian pemeliharaan

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dhillon, B. S. (2006a). *Applied Reliability Centered Maintenance*. Tulsa, Oklahoma: Library Of Congress Cataloging.
- Dhillon, B. S. (2006b). *Maintenance , and Reliability and Reliability*. London, New york: Taylor & Francis Group, LLC.
- Moubray, J. (1997). *Reliability-Centred Maintenance*. Boston: Devision of Reed Educational and Professional Publishing Ltd.  
<https://doi.org/10.1109/TR.1987.5222285>
- Ngadiyono, Y. M. P. (2012). *Pemeliharaan Mekanik Industri*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Smith, A. M., & Hinchcliffe, G. R. (2004). *RCM-Gateway to World Class Maintenance*. Butterworth-Heinemann. USA: Elsevier Inc. All rights reserved. Retrieved from <http://elsevier.com>
- Winandi, A. (2012). *Reliability Centered Maintenance pada Pompa*. Univertitas Indonesia.